



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06320473 A**(43) Date of publication of application: **22.11.94**

(51) Int. Cl. **B25J 18/06**  
**A61B 1/00**  
**B25J 17/00**  
**G02B 23/24**

(21) Application number: **05109569**(22) Date of filing: **11.05.93**(71) Applicant: **OLYMPUS OPTICAL CO LTD**

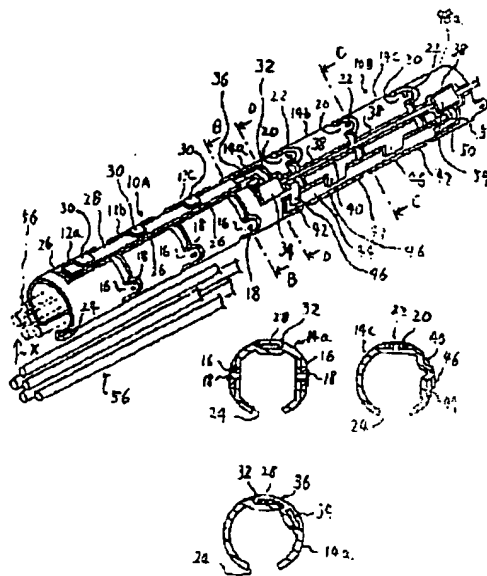
(72) Inventor: **ADACHI HIDEYUKI**  
**KANEKO SHINJI**  
**HIRATA YASUO**  
**UEDA YASUHIRO**

**(54) ARTICULATED MANIPULATOR****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To provide an articulated manipulator which is constituted to facilitate insertion of a cable for an end effector into an internal hole even when a diameter is reduced and be brought into a sufficient practical use.

**CONSTITUTION:** A plurality of curved parts 10A and 10B having a plurality of annular members 12a, 12b, 12c and 14a, 14b, 14c, respectively, concentrically intercoupled and curved in a given direction are linearly arranged and the adjoining two curved parts are coupled to each other in a manner to be curved in directions different from each other. Each of the curved parts 10A and 10B comprises an elongated sheet (an SAM sheet) 28 made of a shape memory alloy to selectively curve the curved parts, corresponding to each other, in a given direction; and a plurality of actuators consisting of wiring base sheets 36 and 38 electrically coupled thereto and ICs 34 and 54 for controlling heating. A notch 24 linearly extended along the central lines of a plurality of the curved parts 10A and 10B is formed in a plurality of the annular members 12a-12c, and 14a-14c of a plurality of the curved parts 10A and 10B.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-320473

(43)公開日 平成6年(1994)11月22日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J 18/06		8611-3F		
A 6 1 B 1/00	3 1 0 H			
B 2 5 J 17/00		L 8611-3F		
G 0 2 B 23/24		A 7408-2K		

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-109569

(22)出願日 平成5年(1993)5月11日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 安達 英之

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 金子 新二

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 平田 康夫

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

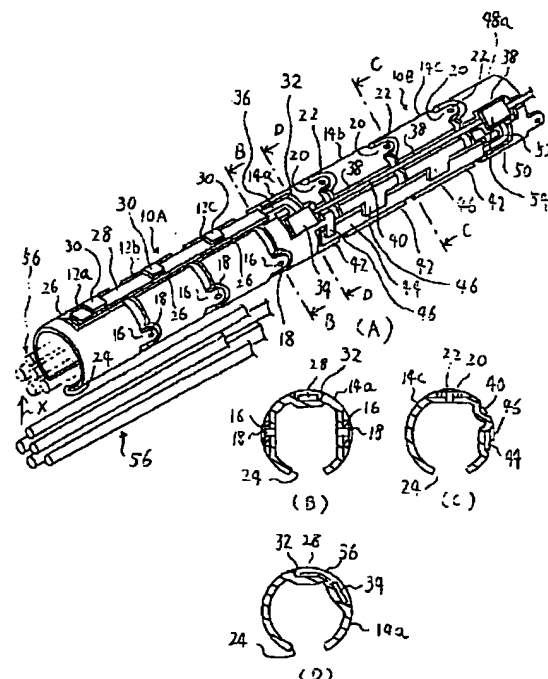
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多関節マニピュレータ

(57)【要約】

【目的】 直径を小さくしても内部孔中へのエンドエフェクタの為のケーブルの挿通を容易に行うことが出来て、実用上十分に使用することが出来る多関節マニピュレータを提供することである。

【構成】 相互に同心的に連結されて所定の方に湾曲する複数の環状部材12a、12b、12c、14a、14b、14cを夫々が有した複数の湾曲部10A、10Bが線状に配置されて隣接する2つが相互に異なる方向に湾曲するよう相互に連結されている。複数の湾曲部の夫々には、対応する湾曲部を所定の方に選択的に湾曲させる為に形状記憶合金製細長板(SAM板)28とこれらに電氣的に連結された配線基板36、38及び加熱制御用IC34、54とで構成された複数のアクチュエータが配置されている。複数の湾曲部の複数の環状部材には複数の湾曲部の中心線に沿い線状に延出した切り欠き24が形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 相互に同心的に配置され相互に連結されて所定の方向に湾曲する複数の環状部材を夫々が有し、線状に配置されて相互に連結され、隣接する2つが相互に異なる方向に湾曲する複数の湾曲部と；複数の湾曲部の夫々に対応して設けられ、対応する湾曲部を対応する湾曲部の所定の方向に選択的に湾曲させる複数のアクチュエータと；そして、

複数の湾曲部の複数の環状部材に形成され、複数の湾曲部の中心線に沿い線状に延出した切り欠きと；を備えたことを特徴とする多関節マニピュレータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は多関節マニピュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】 自在に湾曲するマニピュレータは良く知られており、例えば特開昭60-156430号公報に記載されている。この公報に記載されているマニピュレータは内視鏡の体内挿入部に応用されている。ここでマニピュレータは、線状に配置されて相互に連結され夫々が所定の方向に湾曲する複数の湾曲部と、複数の湾曲部の外周面を覆う柔軟なチューブと、を備えており、複数の湾曲部の中の相互に隣接する2つは相互に異なった方向に湾曲する。複数の湾曲部の夫々は相互に同心的に配置されて所定の方向に湾曲するよう相互に連結された複数の円環状部材により構成されていて、複数の円環状部材にはこれらを選択的に所定の方向に湾曲させる為のアクチュエータが取り付けられている。マニピュレータの延出端、即ち内視鏡の体内挿入部の延出端、には種々の処置具や観察光学系の対物レンズやCCDカメラ等のエンドエフェクタが配置されていて、マニピュレータの複数の湾曲部の複数の円環状部材の内部空洞中を上述した種々の処置具や対物レンズやCCDカメラ等のエンドエフェクタの為の操作ケーブルやイメージガイドファイバケーブルや電気信号ケーブル等がマニピュレータの延出端から基端部まで延出されている。

【0003】 実開昭63-197503号公報には内視鏡の体内挿入部を体腔中に導入し易くする為のスライディングチューブが開示されている。このスライディングチューブは、所定の形状を維持する弾性を有した合成樹脂製のチューブ本体とチューブ本体の周壁中に長手方向に沿い所定の間隔で配置された複数の略C字形の形状記憶合金製の径調整部材とを備えている。チューブ本体の周壁には長手方向に沿ったスリットが形成されていて、スリットは複数の略C字形の径調整部材の切り欠き部分を延出している。スライディングチューブの使用時には、スライディングチューブのチューブ本体の内部孔中にチューブ本体の半径方向からスリットを介して内視鏡の体内挿入部を挿入した後に、スライディングチュ

ーブを直径方向から押圧してスライディングチューブのスリットに沿った両縁部を相互に重複させることによりスライディングチューブを縮径させ、体腔中への挿入を容易とする。縮径されたスライディングチューブは体内挿入部とともに体腔中に挿入される。この後、複数の径調整部材はこれらに連結されてチューブ本体の周壁中を延出しているリード線に電源から電流が供給されて加熱され、複数の径調整部材に直径を拡大させることによりチューブ本体の直径を縮径以前の値までもどす。これによりチューブ本体の内部孔中の内視鏡の体内挿入部は上記内部孔中で周方向及び軸方向に自由に移動することが出来る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 例えば内視鏡の分野では体内挿入部の直径を小さくすることが体腔中における体内挿入部の自由度を増大させる上で重要である。しかしながら自在に湾曲するマニピュレータの直径をより小さくしようとすると、例えば上述した特開昭60-156430号公報に記載されているマニピュレータでは複数の湾曲部の相互に連結された複数の円環状部材の夫々の内孔の直径も小さくなり、マニピュレータの延出端、即ち内視鏡の体内挿入部の延出端、に配置されている種々の処置具や観察光学系の対物レンズやCCDカメラ等のエンドエフェクタの為の多数の円環状部材の内部空洞中を上述した種々の処置具や対物レンズやCCDカメラ等のエンドエフェクタの為の操作ケーブルやイメージガイドファイバケーブルや電気信号ケーブル等を通過させるのが困難になる。

【0005】 実開昭63-197503号公報に記載されているスライディングチューブの如く、チューブ本体の周壁に長手方向に沿ったスリットを形成すれば、チューブ本体を縮径してもチューブ本体の内孔中にスリットを介して種々のケーブルを配置することが出来るが、このようなスライディングチューブを所望の方向に選択的に湾曲させる為のマニピュレータに仕立てるにはチューブ本体の周壁の外周面上にアクチュエータを別途設けなければならない、このような追加の別体のアクチュエータはマニピュレータの直径の小形化には相応しいものではない。

【0006】 この発明は上記事情の下で為され、この発明の目的は、直径を小さくしても内部孔中へのエンドエフェクタの為のケーブルの挿通を容易に行うことが出来て、実用上十分に使用することが出来る多関節マニピュレータを提供することである。

【0007】

【課題を解決する為の手段】 上述した目的を達成する為に、この発明に従った多関節マニピュレータは：相互に同心的に配置され相互に連結されて所定の方向に湾曲する複数の環状部材を夫々が有し、線状に配置されて相互に連結され、隣接する2つが相互に異なる方向に湾曲す

る複数の湾曲部と；複数の湾曲部の夫々に対応して設けられ、対応する湾曲部に対応する湾曲部の所定方向に選択的に湾曲させる複数のアクチュエータと；そして、複数の湾曲部の複数の環状部材に形成され、複数の湾曲部の中心線に沿い線状に延出した切り欠きと；を備えたことを特徴している。

【0008】

【作用】相互に同心的に配置され相互に連結されて所定方向に湾曲する複数の環状部材を夫々が有した複数の湾曲部を線状に配置し隣接する2つが相互に異なる方向に湾曲するよう相互に連結し、複数の湾曲部の夫々に対応する湾曲部に対応する湾曲部の所定方向に選択的に湾曲させるアクチュエータを設けることにより、所望の方向に選択的に湾曲可能な多関節マニピュレータが構成される。

【0009】これら複数の湾曲部の複数の環状部材に複数の湾曲部の中心線に沿い線状に延出した切り欠きを形成することにより、多関節マニピュレータの直径を細くする為に複数の湾曲部の複数の環状部材の直径を細くしても、切り欠きを介して複数の湾曲部の半径方向から複数の環状部材の内部孔中に多関節マニピュレータのエンドエフェクタの為にケーブルを容易に挿通させることが出来る。

【0010】

【実施例】以下この発明の種々の実施例を添付の図面を参照しながら、詳細に説明する。

【第1の実施例】図1の(A)には、この発明の第1の実施例に従った多関節マニピュレータの主要部が示されている。

【0011】第1の実施例の多関節マニピュレータは、例えば内視鏡の体内挿入部に適用されていて、線状に同心的に配置され夫々が所定方向に湾曲する複数の湾曲部10A、10B、…を備えている。複数の湾曲部10A、10B、…は隣接する2つが相互に異なる方向に湾曲するよう相互に連結されている。複数の湾曲部10A、10B、…の外周面は、例えば可撓性樹脂製のチューブにより覆われているが、上記チューブは図1では示されていない。

【0012】上記主要部は多関節マニピュレータの先端部の2つの湾曲部10A、10Bである。先端の湾曲部10Aは相互に同心的に連結された3個の円環状部材12a、12b、12cを含んでおり、先端の湾曲部10Aに隣接する湾曲部10Bもまた相互に同心的に連結された3個の円環状部材14a、14b、14cを含んでいる。

【0013】先端の湾曲部10Aの円環状部材12a、12b、12cの夫々は、図1の(B)に示す如く、周壁の後端部の左右両端から後方に延出した1対の連結片16を後方に隣接した円環状部材の周壁の前端部の左右両端に例えばピン18により回動自在に連結されてお

り、これにより先端の湾曲部10Aは上下方向に湾曲自在である。

【0014】隣接する湾曲部10Bの円環状部材14a、14b、14cの夫々は、図1の(C)に示す如く、周壁の後端部の上端から後方に延出した1つの連結片20を後方に隣接した円環状部材の周壁の前端部の上端に例えばピン22により回動自在に連結されており、これにより隣接する湾曲部10Bは左右方向に湾曲自在である。

【0015】図1の(A)、(B)、(C)に良く示す如く、複数の湾曲部10A、10B、…が有する複数の円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14c及び…の夫々の周壁の下端部には複数の湾曲部10A、10B、…の中心線に沿い延出した細長い切り欠き24が形成されている。

【0016】図1の(A)に良く示す如く、先端の湾曲部10Aの円環状部材12a、12b、12cの夫々の周壁の上端には上記中心線に沿い延出した溝26が形成されていて、溝26には形状記憶合金製の細長い板（以下、SAM板という）28が配置されている。SAM板28は上記周壁の一部により形成されている押さえ板30により溝26中に保持されていて、溝26中で円環状部材12a、12b、12cに対して長手方向に相対的に摺動自在である。SAM板28の一端部は隣接する湾曲部10Bの先端の円環状部材14aの周壁に形成されている溝32の上端延出部に固定されている。

【0017】図1の(A)、(D)に良く示す如く、隣接する湾曲部10Bの先端の円環状部材14aの周壁に形成されている溝32中には先端の湾曲部10Aの為にSAM板28の加熱制御用のIC34も固定されており、溝32中でSAM板28の一端部とIC34は可撓性の配線基板36により電気的に連結されている。

【0018】図1の(A)、(C)に良く示す如く、隣接する湾曲部10B及びそれ以降の複数の湾曲部の複数の円環状部材14a、14b、14c及び…の夫々の周壁で上端から時計回り方向に少しずれた位置にはIC34から複数の湾曲部10A、10B、…の中心線に沿い線状に延出した配線溝38が形成されており、この配線溝38中を複数の湾曲部10A、10B、…の基端部に向けてIC34からの配線基板40が延出し例えば接着剤により固定されている。

【0019】隣接する湾曲部10Bの複数の円環状部材14a、14b、14cの夫々の周壁で上端から時計回り方向に略90度ずれた位置には上記中心線に沿い延出した溝42が形成されていて、溝42には形状記憶合金製の細長い板（以下、SAM板という）44が配置されている。SAM板44は上記周壁の一部により形成されている押さえ板46により溝42中に保持されていて、溝42中で円環状部材14a、14b、14cに対して長手方向に相対的に摺動自在である。SAM板44の一

端部は隣接する湾曲部10Bの後方にさらに隣接する湾曲部の先頭の円環状部材48aの周壁に形成されている溝50の右端延出部に固定されている。

【0020】上記さらに隣接する湾曲部の先頭の円環状部材48aの周壁に形成されている溝50中には可撓性の配線基板52が配置されていて、配線基板52は円環状部材48aの周壁に形成されている配線溝38中の配線基板40に電気的に介在されて配線溝38中に固定されているIC54と隣接する湾曲部10Bの為のSAM板44の一端部とを電気的に接続している。IC54はSAM板44の加熱制御用である。

【0021】即ち、この実施例では、複数の湾曲部10A、10B、…の夫々の複数の円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14c及び…の夫々の周壁にこれらを所定の方向に湾曲させる為のSAM板28、44、…が上記湾曲が行われる仮想面を含む周方向位置で複数の湾曲部10A、10B、…の中心線に沿って延出するよう配置されているとともに、夫々のSAM板28、44、…の後端部が夫々が設けられている湾曲部10A、10B、…の後端に隣接した湾曲部10B、…の中の先頭の円環状部材14a、48a、…の周壁に形成されている溝32、50、…中に固定されており、また、これら先頭の円環状部材14a、48a、…の周壁に形成されている配線溝38中に固定されているIC34、54、…により加熱制御される。

【0022】先端の湾曲部10Aの先頭の円環状部材12aの先端には例えば図示しない種々の処置具や観察光学系の対物レンズやCCDカメラ等のエンドエフェクタが配置されていて、複数の湾曲部10A、10B、…の夫々の複数の円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14c及び…の内部空洞中に図1の(A)に2点鎖線で示す如く上述した種々の処置具や対物レンズやCCDカメラ等のエンドエフェクタの為の操作ケーブルやイメージガイドファイバケーブルや電気信号ケーブル等56が先端の湾曲部10Aから基端の図示しない湾曲部まで延出されている。

【0023】これら種々のケーブル56は図1の(A)に実線で示す如く複数の湾曲部10A、10B、…の夫々の複数の円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14c及び…の下方からこれらの下端の切り欠き24を介して矢印Xで示す如く全ての円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14c及び…の内部空洞中に挿入することが出来る。

【0024】これにより種々のケーブル56は、基端の図示しない湾曲部の基端面における上記内部空洞の開口または先端の湾曲部10Aの先端面における上記内部空洞の開口から複数の湾曲部10A、10B、…の中心線に沿い挿入する場合に比べると、複数の湾曲部10A、10B、…の夫々の複数の円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14c及び…の小径化を行

ったとしても、複数の円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14c及び…の内周面から受ける摩擦抵抗が少なくすむので、種々のケーブル56に破損を生じさせることなく容易に短時間で全ての円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14c及び…の内部空洞中に挿入することが出来る。

【0025】上述した第1の実施例では、複数の湾曲部10A、10B、…を所定の方向に湾曲させる為のSAM板28、44、…に直線形状と所定の湾曲形状とが記憶されており、各SAM板28、44、…は配線基板40からIC34、54、…を介して分岐されている配線基板36、52に通電されるまでは、図1の(A)及び図2の(A)に示す如く、直線形状を保ち、配線基板36、52に通電され対応するIC34、54、…により所定の温度に保持されることにより、図2の(B)に示す如く、所定の方向に所定の湾曲を行う。

【0026】これに従って対応する湾曲部10A、10B、…もまた直線形状を保ち、あるいは所定の方向に所定の湾曲が行われる。通電が終了すると各SAM板28、44、…は直線形状に戻り、また図示しない可撓性樹脂製のチューブの弾性によっても対応する湾曲部10A、10B、…は直線形状に復帰する。

【0027】この実施例では、複数の湾曲部10A、10B、…を所定の方向に湾曲させる為のSAM板28、44、…配線基板40、36、52、…及びIC34、54、…が複数の湾曲部10A、10B、…の夫々の複数の円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14c及び…の外周面上に配置されるので、複数の円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14cを相互に連結させた後にSAM板28、44、…配線基板40、36、52、…及びIC34、54、…を複数の円環状部材12a、12b、12c及び14a、14b、14c上の所定の位置に容易に保持させることが出来る。

【第2の実施例】図3の(A)には、第2の実施例の多関節マニピュレータに使用される複数の湾曲部70A、70B、…の主要部が示されている。この実施例では、複数の湾曲部70A、70B、…はNi-Ti系の超弾性合金製のパイプを例えばワイヤ放電加工やエッチング加工の如き除去加工することにより一体的に形成されており、パイプの下端に複数の湾曲部70A、70B、…の中心線に沿い線状に延出した切り欠き72が形成されている。

【0028】切り欠き72は複数の湾曲部70A、70B、…の内部空洞中に図1の(A)に2点鎖線で示す如く前述の処置具や対物レンズやCCDカメラ等のエンドエフェクタの為の操作ケーブルやイメージガイドファイバケーブルや電気信号ケーブル等56を容易に短時間で挿入させる為に使用される。

【0029】先頭の湾曲部70Aは上端に橋状部74を

7

残した横断切り欠き76により4つの略円筒形状部分78a, 78b, 78c, 78dに部分的に相互に分離されており、先頭の湾曲部70Aの後方に隣接した湾曲部70Bは右端の橋状部80を残した横断切り欠き82により4つの略円筒形状部分84a, 84b, 84c, …に相互に分離されており、以下隣接した湾曲部70Bの後方に続く複数の図示しない湾曲部においても夫々の前方に隣接した湾曲部の橋状部とは周方向に略90度ずれた位置に橋状部を残した横断切り欠きにより所定の数の略円筒形状部分に相互に分離されている。

【0030】複数の湾曲部70A, 70B, …の複数の略円筒形状部分78a, 78b, 78c, 78d及び84a, 84b, 84c, …及び…の夫々の外周面には、図3の(B)に示す如く複数の湾曲部70A, 70B, …の夫々に夫々が対応する橋状部74, 80, …上を延出する形状合金製の細長い板(以下、SMA板という)86が前述の第1の実施例の場合の如く配置されている、またSMA板86…の加熱の為の図示しない配線基板や加熱制御の為の図示しないICもまた前述の第1の実施例の場合の如く複数の略円筒形状部分78a, 78b, 78c, 78d及び84a, 84b, 84c, …及び…の夫々の外周面に配置されている。

【0031】複数の湾曲部70A, 70B, …の夫々は対応するSMA板86…に通電されない場合、図3の(B)に示す如く直線形状を保ち、SMA板86…に通電されSMA板86…が所定の温度に保持される場合、図3の(C)に示す如く所定の湾曲形状を保ち、ひいては対応する湾曲部70A, 70B, …もまた直線形状を保ち、あるいは橋状部74, 80により所定の方向に所定の湾曲が行われる。

【0032】通電が終了すると各SAM板86…は直線形状に戻り、また複数の湾曲部70A, 70B, …を覆っている図示しない可撓性樹脂製のチューブの弾性によっても対応する湾曲部70A, 70B, …は直線形状に復帰する。

【0033】この実施例では、複数の湾曲部70A, 70B, …がNi-Ti系の超弾性合金製のパイプから形成されるので、種々のケーブル56の為の切り欠き72の幅を前述した第1の実施例に比べて非常に小さくしても、切り欠き72を大きく押し広げることにより種々のケーブル56を複数の湾曲部70A, 70B, …の内部空洞中に容易に挿入することが出来るばかりでなく、内部空洞中の種々のケーブル56をより良く外力から防護することが出来る。

【0034】またNi-Ti系の超弾性合金製のパイプから一体的に形成されるので、複数の円環状部材12a, 12b, 12c及び14a, 14b, 14c及び…をピン18, 22, …により相互に回動自在自在に連結するという煩雑な作業がいらない。

【第3の実施例】この実施例は、第2の実施例において

8

Ni-Ti系の超弾性合金製のパイプから一体的に形成されていた複数の湾曲部70A, 70B, …を形状記憶合金製のパイプから一体的に形成することにより構成される。湾曲部70A, 70B, …は図3の(A)及び(B)に示されている如き直線形状と図3の(C)に示されている如き湾曲形状とを記憶しており、第2の実施例におけるSMA板86…に代わり薄膜ヒータが複数の湾曲部70A, 70B, …の夫々が対応する橋状部74, 80, …上を延出している。

10 【0035】複数の湾曲部70A, 70B, …の夫々は対応する薄膜ヒータに通電されない場合、図3の(B)に示す如く直線形状を保ち、薄膜ヒータに通電され薄膜ヒータが所定の温度に保持される場合、図3の(C)に示す如く所定の湾曲形状を保ち、ひいては対応する湾曲部70A, 70B, …もまた直線形状を保ち、あるいは橋状部74, 80により所定の方向に所定の湾曲が行われる。

20 【0036】薄膜ヒータへの通電が終了すると複数の湾曲部70A, 70B, …を覆っている図示しない可撓性樹脂製のチューブの弾性によっても対応する湾曲部70A, 70B, …は直線形状に復帰する。

30 【0037】この実施例の場合、Ni-Ti系の超弾性合金製のパイプから複数の湾曲部70A, 70B, …を一体的に形成する作業の他に複数の湾曲部70A, 70B, …に対応して複数のSAM板86…を独立して準備し、また対応する湾曲部70A, 70B, …に取り付けなければならない第2の実施例の場合に比べると、薄膜ヒータを準備し、また対応する湾曲部70A, 70B, …に取り付ける作業の方がずっと容易である。何故ならば、薄膜ヒータは市販の汎用品を利用するかまたは大規模な加工を必要とすることなく準備出来るからであり、また例えば接着剤を利用して湾曲部70A, 70B, …上の所定の場所に配置や固定の為の溝や保持片等の形成なしで容易に固定することが出来るからである。

【第4の実施例】次に図4を参照して、この発明の第4の実施例に従った多関節マニピュレータの主要部を説明する。

40 【0038】なおこの主要部の基本構造は図1を参考にして前述した第1の実施例の基本構造と同じでなので、前述した第1の実施例と共通の部材には共通の参照符号を記しそれについての詳細な説明は省略する。また、図4には、隣接する湾曲部10Bの後方にさらに隣接する湾曲部10Cの複数の円環状部材48a, 48b, 48cも示されており、これらの構造は先端の湾曲部10Cの複数の円環状部材12a, 12b, 12cの構造と同じであり、複数の円環状部材12a, 12b, 12cと共通の部材には共通の参照符号を記しそれについての詳細な説明は省略する。

【0039】この実施例は複数の湾曲部10A, 10B, 10C, …の夫々を所定の方向に湾曲させる為の

クチュエータの構造が前述した第1の実施例と異なっている。この実施例では、前述した第1の実施例のSAM板28, 44, …に代わり、長四角環形状の形状記憶合金ワイヤ（以下、SAMワイヤという）90a, 90b, 90c, …が使用されている。

【0040】SAMワイヤ90a, 90b, 90c, …は、図4の(A), (B), (C)に示す如く複数の湾曲部10A, 10B, 10C, …の夫々の複数の円環状部材12a, 12b, 12c及び14a, 14b, 14c及び48a, 48b, 48c及び…の外周面と後方に隣接する湾曲部10B及び10C及び…の先頭の円環状部材14a及び48a及び…の外周面上に形成された長四角環形状の溝92a, 92b, 92c, …中に配置され、複数の円環状部材12a, 12b, 12c及び14a, 14b, 14c及び48a, 48b, 48c及び…の周壁の一部により形成されている押さえ板94により溝92a, 92b, 92c, …中に保持されている。

【0041】なお長四角環形状の溝92a, 92b, 92c, …の中の内隣合うものは、周方向において相互に異なった位置に配置され、第3の実施例では略90度周方向において相互に異なった位置に配置されている。

【0042】SAMワイヤ90a, 90b, 90c, …の夫々は、後方に隣接する湾曲部10B, 10C, …の夫々の複数の円環状部材14a, 14b, 14c及び48a, 48b, 48c及び…の外周面上に形成され複数の湾曲部10A, 10B, 10C, …の基端に向かい線状に延出した配線溝96中に配置され例えば接着剤等により固定された配線基板98により上記基端の図示しない加熱温度制御手段を介して図示しない電源に選択的に電気的に接続される。

【0043】SAMワイヤ90a, 90b, 90c, …の夫々は通電されない場合、図4の(A)に示す如く、対応する湾曲部10A, 10B, 10C, …の夫々の複数の円環状部材12a, 12b, 12c及び14a, 14b, 14c及び48a, 48b, 48c及び…を直線状に保つ長さに保持されており、通電され所定の温度に保たれる場合、図4の(A)の状態より縮み対応する湾\*

\*曲部10A, 10B, 10C, …の夫々の複数の円環状部材12a, 12b, 12c及び14a, 14b, 14c及び48a, 48b, 48c及び…を自身の方に引き付け、自身が内側に位置するよう湾曲させる。

【0044】これに従って対応する湾曲部10A, 10B, 10C…もまた直線形状を保ち、あるいは所定の方向に所定の湾曲が行われる。通電が終了すると各SAMワイヤ90a, 90b, 90c, …は直線形状に戻り、また複数の湾曲部10A, 10B, 10C, …の外周面を覆う図示しない可撓性樹脂製のチューブの弾性により対応する湾曲部10A, 10B, …もまた直線形状に復帰する。

【0045】この実施例では、SAMワイヤ90a, 90b, 90c, …の収縮力を対応する湾曲部10A, 10B, 10C, …の湾曲の為に使用しているので、SAM板28, 44の撓み力を対応する湾曲部10A, 10B, …の湾曲の為に使用している前述の第1の実施例の場合に比べ、大きな湾曲しようとする力や湾曲量を得ることが出来る。

【第5の実施例】この実施例は、第4の実施例におけるSAMワイヤ90a, 90b, 90c, …及び配線基板98に代わり、図5の(A)に示されている如き細長い横たわった略U字形状の形状記憶合金製パイプ（以下、SMAパイプという）100と、この内部に所定の流体を供給する流体供給源102を使用している。

【0046】SMAパイプ100は直線形状と所定の湾曲形状とを記憶しており、湾曲させたい部分に対応する内表面の領域に上記流体と反応して発熱する触媒金属104が固定されている。

【0047】この実施例で触媒金属104は鉄(Fe)であり、流体供給源102から供給される流体は窒素(N<sub>2</sub>)及び水素(H<sub>2</sub>)である。流体供給源102から窒素(N<sub>2</sub>)及び水素(H<sub>2</sub>)がSMAパイプ100中に供給されると触媒金属104の鉄(Fe)と以下の反応を生じさせ、湾曲させたい部分を加熱する。

【0048】

Fe

↓



この加熱によりSMAパイプ100の湾曲させたい部分が所定の温度以上になると、上記湾曲させたい部分が図5の(B)に示す如く記憶していた所定の湾曲形状となる。

【0049】SMAパイプ100の所定の湾曲形状を直線形状に戻すには流体供給源102からSMAパイプ100中への流体の供給を停止することにより上記発熱反応を停止させれば良い。

【0050】この現象を利用して第4の実施例における複数の湾曲部10A, 10B, 10C, …の夫々を選択

的に所定の形状に湾曲させることが出来る。この実施例の場合には、第4の実施例と比べると電気絶縁対策が不要である。

【0051】なおこの実施例では、触媒金属104を白金(Pt)とし、流体供給源102から供給される流体を水素(H<sub>2</sub>)及びヨウ素(I<sub>2</sub>)としても、流体供給源102からSMAパイプ100中へこれらの流体を供給することにより上述した如く湾曲させたい部分の触媒金属104、ひいては湾曲させたい部分、を加熱し湾曲させることが出来る。

11

【0052】この場合の化学反応は以下のようである。

$$Pt$$

$$\downarrow$$


また、図6に示す如く、SMAパイプ100中の湾曲させたい2つの部分の内表面に2つの相互に異なる触媒金属104a、104b、例えば上述した鉄(Fe)及び白金(Pt)、を固定し、図示しない流体供給源から2つの相互に異なる触媒金属104a、104bと反応して熱を生じる相互に異なる流体、例えば上述した鉄(Fe)及び白金(Pt)が2つの相互に異なる触媒金属104a、104bの場合には窒素(N<sub>2</sub>)及び水素(H<sub>2</sub>)の組み合わせか、または水素(H<sub>2</sub>)及びヨウ素(I<sub>2</sub>)の組み合わせ、をSMAパイプ100中に供給することにより、湾曲させたい2つの部分を選択的に所定の湾曲形状とすることが出来る。

【第6の実施例】この実施例は、第4の実施例におけるSAMワイヤ90a、90b、90c、…及び配線基板98に代わり、図7の(A)に示されている如き2重の形状記憶合金製パイプ(以下、SMAパイプという)110、112と小径のSMAパイプ110に巻装された加熱用ヒータ114が使用されている。

【0053】小径のSMAパイプ110と大径のSMAパイプ112とは相互に異なった温度で相互に異なった方向へ湾曲するよう記憶されており、夫々に定められた所定の温度になるまでは図7の(A)に示されている如き直線形状に保たれている。

【0054】なお小径のSMAパイプ110が所定の湾曲を行う温度は大径のSMAパイプ112が所定の湾曲を行う温度よりも低く設定されている。この実施例においては、加熱用ヒータ114に通電し小径のSMAパイプ110が所定の温度に到達すると小径のSMAパイプ110は図7の(B)に示す如く所定の方向に所定の湾曲を行う。これにより大径のSMAパイプ112もまた小径のSMAパイプ110が湾曲する力により小径のSMAパイプ110とともに同じ方向に湾曲する。

【0055】加熱用ヒータ114への通電をさらに続け、大径のSMAパイプ112が所定の温度に到達すると大径のSMAパイプ112は図7の(C)に示す如く所定の方向に所定の湾曲を行う。大径のSMAパイプ112が湾曲する方向は小径のSMAパイプ110が湾曲する方向と異なるが、大径のSMAパイプ112は断面積が小径のSMAパイプ110よりも大きく大径のSMAパイプ112が湾曲する力より大きいので、大径のSMAパイプ112の湾曲にともない小径のSMAパイプ110も大径のSMAパイプ112と同じ方向に湾曲する。

【0056】加熱用ヒータ114への通電が停止され大径のSMAパイプ112の温度が所定の温度よりも低下すると大径のSMAパイプ112が所定の方向に湾曲す

12

る力を発生しなくなり、大径のSMAパイプ112は小径のSMAパイプ110が湾曲する力により小径のSMAパイプ110とともに同じ方向に湾曲するようになる。小径のSMAパイプ110の温度が所定の温度よりも低下すると小径のSMAパイプ110が所定の方向に湾曲する力を発生しなくなり、小径のSMAパイプ110は大径のSMAパイプ112とともに図7の(A)に示されている如き直線形状に復帰する。

【0057】この実施例では、1方向へのみ湾曲することしか記憶出来ない材料から形成された部材を使用しても、湾曲を開始する温度が異なる材料の部材を組み合わせることにより相互に異なった方向に選択的に湾曲させることが出来ることが示されている。

【第7の実施例】この実施例は、第4の実施例におけるSAMワイヤ90a、90b、90c、…及び配線基板98に代わり、図8の(A)に示されている如き小径の形状記憶合金製パイプ(以下、SMAパイプという)120と小径のSMAパイプ120が挿入され一端が閉塞された大径の形状記憶合金製パイプ(以下、SMAパイプという)122とこれら小径のSMAパイプ120及び大径のSMAパイプ122の図示されていない他端に連結されている図示しない温水供給手段とが使用されている。

【0058】小径のSMAパイプ120と大径のSMAパイプ122とは相互に異なった温度で相互に異なった方向へ湾曲するよう記憶されており、夫々に定められた所定の温度になるまでは図8の(A)に示されている如き直線形状に保たれている。

【0059】なお小径のSMAパイプ120が所定の湾曲を行う温度は大径のSMAパイプ122が所定の湾曲を行う温度よりも低く設定されている。この実施例においては、小径のSMAパイプ120と大径のSMAパイプ122との間にこれらの図示しない他端から図示しない温水供給手段により温水が供給され、この温水は図8の(A)に示されている小径のSMAパイプ120の一端から他端から図示しない温水供給手段に戻される。上記温水により小径のSMAパイプ120が所定の湾曲を行う温度に到達すると小径のSMAパイプ120は所定の方向に所定の湾曲を行う。これにより大径のSMAパイプ122もまた小径のSMAパイプ120が湾曲する力により小径のSMAパイプ120とともに同じ方向に湾曲する。

【0060】上記温水の温度をさらに上昇させ、大径のSMAパイプ122が所定の温度に到達すると大径のSMAパイプ122は所定の方向に所定の湾曲を行う。大径のSMAパイプ122が湾曲する方向は小径のSMAパイプ120が湾曲する方向と異なるが、大径のSMAパイプ122は断面積が小径のSMAパイプ120よりも大きく大径のSMAパイプ122が湾曲する力より大きいので、大径のSMAパイプ122が湾曲する力により小径のSMAパイプ120が湾曲する力よりも大きいので、



大径のSMAパイプ122の湾曲にともない小径のSMAパイプ120も大径のSMAパイプ122と同じ方向に湾曲する。

【0061】図示しない温水供給手段からの温水の供給が停止され、大径のSMAパイプ122の温度が所定の温度よりも低下すると大径のSMAパイプ122が所定の方向に湾曲する力を発生しなくなり、大径のSMAパイプ122は小径のSMAパイプ120が湾曲する力により小径のSMAパイプ120とともに同じ方向に湾曲するようになる。小径のSMAパイプ120の温度が所定の温度よりも低下すると小径のSMAパイプ120が所定の方向に湾曲する力を発生しなくなり、小径のSMAパイプ120は大径のSMAパイプ122とともに図8の(A)に示されている如き直線形状に復帰する。

【0062】この実施例でも前述の第6の実施例の場合と同様に、1方向へのみ湾曲することしか記憶出来ない材料から形成された部材を使用しても、湾曲を開始する温度が異なる材料の部材を組み合わせることにより相互に異なった方向に選択的に湾曲させることが出来ることが示されている。

【第8の実施例】この実施例は第7の実施例の2重のSMAパイプ120、122の夫々の内外周面の所望の部分に断熱材124を固定することにより、2重のSMAパイプ120、122の夫々が夫々の所定の温度で湾曲する部分を制御するよう構成されている。

【0063】大径のSMAパイプ122において内周面に断熱材124が固定されている部分は外周面に断熱材124が固定されている部分が内部空間を流れる流体により所定の湾曲温度に到達した後でも所定の湾曲温度に到達していない。外周面の断熱材124は外部への熱の逃げを効果的に防止し、所定の湾曲温度を効果的に安定して維持する。

【0064】小径のSMAパイプ120の外周面の断熱材124は、大径のSMAパイプ122が湾曲する温度にまで大径のSMAパイプ122と小径のSMAパイプ120との間の隙間を流れる流体の温度が上昇された場合に、大径のSMAパイプ122よりも湾曲する温度が低い小径のSMAパイプ120が流体の上記温度により何等かの悪影響、例えば耐久性の低下、を受けないようにする為である。

【0065】

【発明の効果】以上詳述した如く、この発明の多関節マニピュレータにおいては、直径を小さくしても内部孔中へのエンドエフェクタの為のケーブルの挿通を容易に行うことが出来て、実用上十分に使用することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)はこの発明の第1の実施例に従った多関節マニピュレータの主要部を概略的に示す斜視図、

(B)は(A)のB-B線に沿った断面図、(C)は(A)のC-C線に沿った断面図、そして(D)は

(A)のD-D線に沿った断面図である。

【図2】(A)は図1の(A)に示された第1の実施例の主要部の先頭の湾曲部が対応する形状記憶合金板のアクチュエータにより直線状に保たれている状況を概略的に示す概略図であり、そして(B)は図1の(A)に示された第1の実施例の主要部の先頭の湾曲部が対応する形状記憶合金板のアクチュエータにより所定の方向に所定の湾曲を行っている状況を概略的に示す概略図である。

【図3】(A)はこの発明の第2の実施例に従った多関節マニピュレータの主要部を概略的に示す斜視図、

(B)は(A)の第2の実施例の主要部の先頭の湾曲部が対応する形状記憶合金板のアクチュエータにより直線状に保たれている状況を概略的に示す概略図であり、そして(C)は(A)の第2の実施例の主要部の先頭の湾曲部が対応する形状記憶合金板のアクチュエータにより所定の方向に所定の湾曲を行っている状況を概略的に示す概略図である。

【図4】(A)はこの発明の第3の実施例に従った多関節マニピュレータの主要部を概略的に示す斜視図、

(B)は(A)のB-B線に沿った断面図、そして(C)は(A)のC-C線に沿った断面図である。

【図5】(A)はこの発明の第4の実施例に従った多関節マニピュレータの湾曲部の駆動の為のアクチュエータを構成する加熱用触媒付き形状記憶合金パイプと触媒発熱用流体供給源とを形状記憶合金パイプが直線状に伸びた状態で示す概略図、そして(B)は流体供給源からの流体により触媒が加熱され所定の湾曲を行った形状記憶合金パイプを示す斜視図である。

【図6】この発明の第5の実施例に従った多関節マニピュレータの湾曲部の駆動の為のアクチュエータを触媒発熱用流体供給源とともに構成する複数の加熱用触媒付き形状記憶合金パイプの部分的な縦断面図である。

【図7】(A)はこの発明の第6の実施例に従った多関節マニピュレータの湾曲部の駆動の為のアクチュエータを構成する2重の形状記憶合金パイプと小径の形状記憶合金パイプに巻装された加熱用ヒータコイルとを直線状態で示す縦断面図、(B)は小径の形状記憶合金パイプが加熱用ヒータコイルの加熱により所定の湾曲を行う状態を示す斜視図、そして(C)は大径の形状記憶合金パイプが加熱用ヒータコイルの加熱により所定の湾曲を行う状態を示す斜視図である。

【図8】(A)はこの発明の第7の実施例に従った多関節マニピュレータの湾曲部の駆動の為のアクチュエータを温水供給源とともに構成する2重の形状記憶合金パイプの閉塞された末端部を直線状態で示す縦断面図、そして(B)はこの発明の第8の実施例に従った多関節マニピュレータの湾曲部の駆動の為のアクチュエータを温水供給源とともに構成する断熱材付き2重の形状記憶合金パイプの閉塞された末端部を直線状態で示す縦断面図で

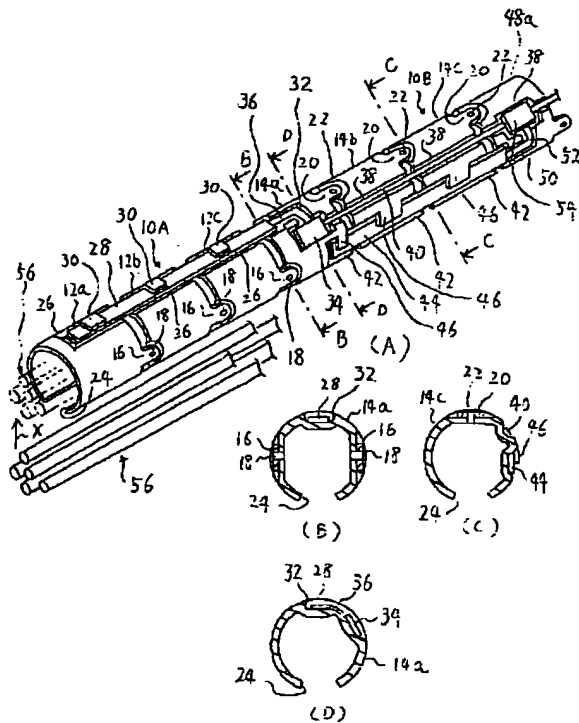
15

ある。

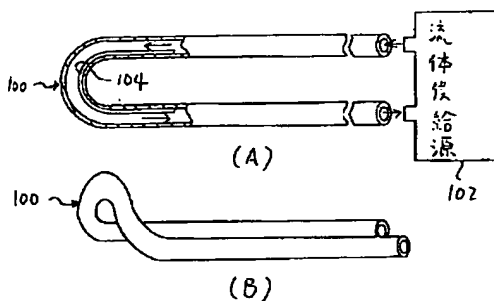
## 【符号の説明】

10A, 10B, 10C…湾曲部、12a, 12b, 12c, 14a, 14b, 14c…円環状部材、16…連結片、18…ピン、20…連結片、22…ピン、24…切り欠き、26…溝、28…形状記憶合金製の細長い板 (SMA板)、30…押さえ板、32…溝、34…IC、36…配線基板、38…配線溝、40…配線基板、42…溝、44…形状記憶合金製の細長い板 (SMA板)、46…押さえ板、48a, 48b, 48c…円環状部材、50…溝、52…配線基板、54…IC、56…ケーブル、70A, 70B…湾曲部、72…切り欠

【図1】



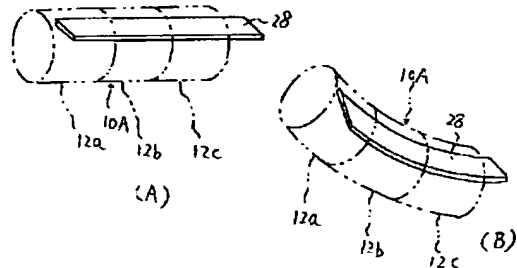
【図5】



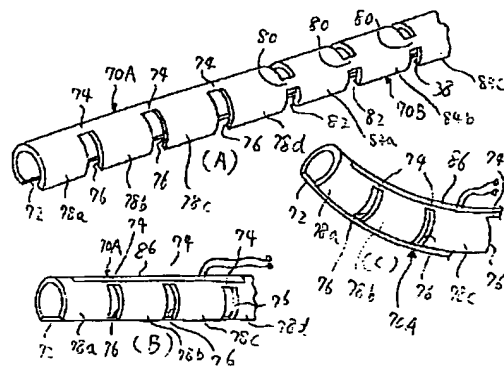
16

き、74…橋状部、76…横断切り欠き、78a, 78b, 78c, 78d…略円筒形状部分、80…橋状部、82…横断切り欠き、84a, 84b, 84c…略円筒形状部分、86…形状合金製の細長い板 (SMA板)、90a, 90b, 90c…形状記憶合金ワイヤ (SAMワイヤ)、92a, 92b, 92c…溝、94…押さえ板、96…配線溝、98…配線基板、100…形状記憶合金製パイプ (SMAパイプ)、102…流体供給源、104, 104a, 104b…触媒金属、110, 112…形状記憶合金製パイプ (SMAパイプ)、114…加熱用ヒータ、120, 122…形状記憶合金製パイプ (SMAパイプ)、124…断熱材。

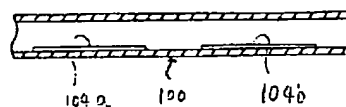
【図2】



【図3】



【図6】



(72)発明者 植田 康弘

—516—